化学类专业一流课程建设的思路与重点 ——以山东大学物理化学一流课程建设为例

张树永^{1,*}, 戚明颖², 宋爱新¹, 李英¹, 牛林¹, 苑世领¹, 郝京诚¹

¹ 山东大学化学与化工学院, 济南 250100

² 山东大学海洋学院, 山东 威海 264209

摘要: 一流课程建设是一流本科建设的基础。本文首先基于对一流课程“两性一度”标准的认识, 指出定位准确、目标清晰、基础良好、理念先进、建设一流、效果显著、示范引领是一流课程建设的关键特征, 而后以山东大学物理化学一流课程建设为例, 介绍了课程定位和教学目标的确定和设计落实, 介绍了课程在一流基础、一流师资、一流资源、一流理念、一流成效等 5 个方面开展建设的做法和经验。对未来各高校开展一流课程建设具有一定的借鉴意义。

关键词: 一流课程; 建设标准; 重要特征; 建设经验

中图分类号: G64; O6

Ideas and Key Points of the First-Class Course Construction for Chemistry Majors: Taking Physical Chemistry in Shandong University as an Example

Shuyong Zhang^{1,*}, Mingying Qi², Aixin Song¹, Ying Li¹, Lin Niu¹, Shiling Yuan¹, Jingcheng Hao¹

¹ School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China.

² School of Marine Science, Shandong University, Weihai 264209, Shandong Province, China.

Abstract: First-class course construction is the foundation of first-class undergraduate education construction. Based on the understanding of the "Two properties and one degree" standard of first-class course, key characteristics of the first-class course construction are summarized as accurate positioning, clear teaching goals, good construction foundation, advanced pedagogy, first-class construction, remarkable effectiveness and preferential demonstration. Taking the construction of first-class physical chemistry course in Shandong University as an example, the course orientation, the determination of teaching objectives and the design and implementation of the teaching are introduced. The practice and experience of the course construction are demonstrated in five aspects as first-class foundation, first-class teachers, first-class resources, first-class pedagogical ideas and first-class achievements. It can be used as the reference for the future construction of first-class courses in other universities.

Key Words: First-class courses; Construction standards; Feature characters; Construction experience

1 引言

课程是专业人才培养的基础和依托, 课程建设水平和教学效果决定着专业人才培养目标的实现

收稿: 2020-08-08; 录用: 2020-08-12; 网络发表: 2020-08-18

*通讯作者, Email: syzhang@sdu.edu.cn

基金资助: 山东大学一流课程建设项目; 山东省精品课程建设; 山东大学双语课程建设

与否, 决定着一流专业和一流本科建设的质量和水平, 因此, 课程建设在高校教学能力建设中具有举足轻重的地位和影响^[1]。

我国高校的课程建设可以追溯到 20 世纪 90 年代的国家“基础科学研究与教学人才培养基地”的优质课程建设。进入 21 世纪以来, 教育部先后推出精品课、精品视频公开课、精品资源共享课等课程建设计划, 带动形成国家级-省级-校级精品课程建设体系, 极大地推动了高校课程教学改革与建设。2017 年, 教育部启动新一轮课程建设计划——国家精品在线开放课程建设, 2018 年启动国家虚拟仿真实验教学项目建设, 2019 年正式推出“一流课程”(亦称“金课”)、“双万计划”, 提出建设五类“金课”并明确了“两性一度”标准^[2]。之后, 各省级教育主管部门和各级各类高校纷纷行动起来, 大力推进“金课”建设。2017、2018 年, 教育部共认定国家精品在线开放课程 1291 门; 2018 年首批认定国家虚拟仿真实验教学项目 105 个; 2019 年, 又启动线下、线上线下混合式和社会实践三类“金课”的申报认定工作。

分析当前一流课程建设情况不难发现, 一些高校和教师对一流课程的认识还存在一些偏差甚至错误, 课程建设基础不扎实、目标定位不准确、改革思路不清晰、建设措施不系统不得力、不注重教学效果评价等问题还普遍存在。本文对一流课程建设标准进行解读, 理清建设思路与重点, 并以山东大学物理化学一流课程建设为例进行分析, 以期为一流课程建设提供借鉴。

2 对“一流课程”建设标准的认识

要建设一流课程, 必须首先正确理解“两性一度”标准, 正确把握课程教学的高阶性、创新性和挑战度的内涵^[2]。

2.1 对“高阶性”的理解

布鲁姆将学习层次分为记忆(remembering)、理解(understanding)、应用(applying)、分析(analyzing)、评价(evaluating)、创新(creating) 6 个阶次, 所谓“高阶性”是指达到后 3 个层次, 这是对“高阶性”的最基础理解^[3]。实际上, 能力和素质的培养往往具有复杂性, 很难用一个简单的动词进行概括, 张树永^[4]综合布鲁姆、科涅分类并结合技能型、应用型、研究型人才的能力和素质培养要求, 提出了与人才培养类型相适应的教学层次分类, 可以帮助更好地理解“高阶性”(见表 1)。

表 1 对应于人才培养类型的学习层次分类

序号	层次名称	科涅分类	布鲁姆分类	教学要求
一	知识体系	事实和概念性知识	记忆、理解	能够说明相关概念、原理并进行分类比较
二	具体方法	程序性(技能和方法)知识	应用	能够根据现有原理和方法完成具体操作、解决具体问题
三	综合方法	程序性(任务、准则性)知识	分析、综合、 评价、创新	能够运用多学科知识和能力设计和评价方案, 分析解决综合性、 复杂性问题
四	方法论	元认知(策略、反思)知识	分析、综合、 评价、创新	能够揭示事物本质, 进行抽象和泛化, 形成新的观察和思维方式

其中, 高职和职业中专培养的技能型人才主要符合第二层次特征, 着眼于熟练完成具体的技术性工作; 本科应用型人才主要符合第三层次特征, 能够综合分析和解决复杂问题, 这是专业认证的合格标准; 研究型大学致力培养的研究型人才主要符合第四层次特征, 突出学科视野、思维方式和创新精神培养^[5,6]。显然, 高阶层次必然涵盖低阶层次要求, 否则“高阶”就会成为空中楼阁。

2.2 对“创新性”的理解

一流课程的创新性通常从 3 个方面理解: 课程内容的时代性和前沿性、教学形式的先进性和互动性、学习结果的探究性和个性化^[2,7,8]。笔者认为一流课程的“创新性”应该从目标、理念、方法、技术和内容 5 个方面理解(见表 2)。

表 2 一流课程“创新性”的主要体现

创新性	具体内涵
目标新	定位一流本科，培养应用型、复合型、创新型、引领性人才
理念新	采用学生中心、产出导向理念进行系统设计、综合评价
方法新	采用研究型教学、基于案例/问题/项目的教学，推进自主学习、团队学习、实作学习
技术新	建设慕课和信息化资源，开展混合式教学、翻转学习，采用课堂互动系统和智慧教室
内容新	引入经典内容的新发展，引入科研最新进展(新原理、新方法)

“目标新”是引领，也可以理解为产出要求新，即一流课程建设必须与专业人才培养定位和培养目标相适应，必须达到表 1 所列第三或第四层次^[4,9]；“理念新”是关键，即必须坚持学生中心、目标导向、产出导向理念，根据课程教学目标进行系统设计，使学生成为学习的主体，采用多种举措保证课程教学目标的全面达成^[2,4]；“方法新”就是要打破“单声道”“满堂灌”，采用高效的教育教学方法，针对不同专业学生采用基于问题/案例/项目的教学，引入课堂展示、思维导图、课程论文、方案设计等教学环节，致力于培养学生综合分析和解决复杂问题的能力^[2,10]；“技术新”就是采用课程平台和教学软件，推进课程信息化建设、混合式教学、翻转学习^[2,11,12]和智慧教学建设^[9]，强化自主学习能力培养和过程监测；“内容新”就是要不断更新教学内容，拓展已有原理的创新应用，适时引入适合本科教学的新概念、新原理和新方法，使课程教学与科研和应用前沿对接^[2,13]。

可见，一流课程建设是一个全面创新，目的是支撑人才培养新目标的全面达成。将一流课程建设简单理解为教学方法的提升、现代教育技术的运用或者线上课程的建设是偏颇的，容易流于形式^[14]。

2.3 对“挑战度”的理解

课程的挑战度主要体现在课程内容、学习投入和学习产出 3 个方面(见表 3)。

需要说明的是，课程的挑战度建设涉及教材和学习资料的选用、课程内容建设、教学过程设计和学生学习策略改变等诸多方面，更多地关注学生综合能力、学科思维能力和创新能力的养成以及情感和价值观的发展，是高阶能力培养导向的教学，将增加课程的挑战度简单理解为增加知识的难度和作业的负担是错误和有害的^[7]。

表 3 课程“挑战度”的主要体现

环节	主要指标
课程内容	内容的难度、深度和强度(难理解、难掌握、时间短)、复杂性/综合性、零散性/系统性
课程投入	更大的精力和时间投入、更高的教学目标：作业量大且具有挑战性(耗时耗力)、自主学习和拓展(大量阅读和组织材料)、方案设计的综合性强(花费较大思考和设计时间)
课程产出	教学和考核的高阶性：强调综合能力和高阶能力的养成和考核

3 一流课程建设要素分析

综上所述，一流课程实际上是建立在“目标导向”“学生中心”“产出导向”等现代教育理念基础上，实现高阶能力培养的课程。一流课程建设是一项系统工程，必须坚持一流导向，与学校和专业的人才培养目标相契合，全面落实课程教学目标，打好教学基础、更新教学理念、改进教学方法、改革考试模式、突出育人成效，实现先进理念指导下的内容、技术、方法的综合改革^[1,2,10,15]。一流课程的本质特征可以概括为：定位准确、目标清晰、基础良好、理念先进、建设一流、效果显著、示范引领等 7 个方面。教育部线下一流课程申报书准确地涵盖了全部方面(见表 4)。

表 4 一流课程建设要素和申报书内容的对应分析

建设要素	要素含义	对应表格	具体内容
定位准确	契合学校和专业培养目标	三、课程目标	本校办学定位、学生情况、专业人才培养要求
目标清晰	全面落实课程教学目标	三、课程目标	具体描述学习本课程后应该达到的知识、能力水平
基础良好	具有一流的建设基础	一、课程基本信息	先修(前序)课程名称、后续课程名称
		一、课程基本信息	主要教材(选用一流教材)
		二、授课教师(教学团队)	名师引领:近5年来在承担学校教学任务、开展教学研究、获得教学奖励方面的情况
			一流教学团队:课程团队主要成员
理念先进	学生中心、产出导向	四、课程建设及应用情况	建设基础:建设发展历程
		四、课程建设及应用情况	改革理念:课程与教学改革要解决的重点问题
			课程建设:课程内容与资源建设及应用情况
			教学设计:课程教学内容及组织实施情况
建设一流	系统设计、综合改革		评价改革:课程成绩评定方式
			改革成效:课程评价及改革成效
效果显著	教学效果和改革经验	四、课程建设及应用情况	课程的特色及教学改革创新点
示范引领	一流课程的带动作用	五、课程特色与创新	

需要说明的是,理念先进、建设一流2个建设要素融合在“表四、课程建设及应用情况”中,难以严格分开。

4 一流课程建设的思路与重点

下面以山东大学物理化学一流课程建设为例,对一流课程建设的思路和重点进行说明。

4.1 定位准确、目标清晰

需要根据学校和专业的办学定位和人才培养目标,正确确定课程教学目标。

山东大学定位建设世界一流大学、培养一流本科生。高考招收学生成绩居全国前2%左右;化学专业本科毕业生入选两院院士达到9人,入选高层次人才计划的50余人;基本科学指标数据库(ESI)世界排名70位,入选国家一流学科建设;化学专业2008年入选“国家基础科学研究与教学人才培养基地”,2010年开展“基础学科拔尖学生培养试验计划”,2019年入选首批国家一流专业建设点,是我国化学基础科学研究与教学人才培养的重要基地。专业定位培养基础研究拔尖学生,具体培养目标:“培养热爱祖国,具有健全人格、正确世界观、人生观和价值观,具有高度的社会责任感和良好的科学文化素养,具备宽厚的数学、物理学、生物学等学科的基础,扎实掌握化学基础理论和技能,了解化学发展前沿,具备良好的科学思维能力、批判思维能力、创新能力和实践能力,具有跨文化沟通交流能力、领导力和协调合作能力,毕业后能够进入国际一流高校或科研机构继续深造,未来成为化学及相关科学领域的一流科学家和领军人才。”

相应地,物理化学课程教学目标定位为:形成系统的理论框架,能够发现和提出问题,对问题进行综合分析,提出解决问题的方案并对方案进行评价,形成批判精神、创新意识和应用能力。具体要求:(1)从微观和统计角度解释宏观过程及其性质,对化学过程进行研究和分析;(2)发现和提出科学问题,运用研究的思路和方法进行分析和判断,提出解决问题的方案并对其可行性和局限性进行评价;(3)对现有概念、原理和方法进行批判性思考,提出自己的观点;(4)运用信息技术开展拓展性学习,形成自主学习、自我发展能力。

4.2 课程教学目标的系统分解和落实

针对上述教学目标,我们设计了具体的环节和做法进行落实(见表5)。

表 5 物理化学课程教学目标落实举措设计

教学目标	教学方式方法
系统的理论框架	思维导图、进展报告
思维方式	研究型教学、自主探究
解决问题的思路和方法	问题分析和方案设计
发现和提出问题	课程论文
综合分析	综合作业、课程论文
解决问题的方案	小组作业、课程论文
批判精神	讨论和质疑、理论优缺点辨析
创新意识	小组作业、课程报告、课程论文
应用能力	课外作业、小组报告

表 5 显示,要落实课程教学目标,单纯的课堂教学和课内互动是不够的,需要对教学过程进行系统设计,将教学拓展到课外,更多地赋予学生参与思考、讨论、拓展和小组活动的机会,这是课程挑战度的最重要体现。为了考核课程教学目标的达成情况,我们按照产出导向评价(outcome-based evaluation, OBE)理念对课程考核进行了系统设计:设计了基于“雨课堂”的课堂提问、随堂测试以及小组作业(占 10%)、课外作业(占 10%)、小组展示(占 10%)、章节考试(占 10%–15%)、思维导图(占 5%)、课程论文(占 10%)、期末考试(占 40%–45%)等考试环节,全面考查学生的知识整合能力(思维导图)、信息技术应用能力(计算机做图、小组展示)、团队合作能力(小组作业、小组展示)、自主学习能力(课程论文、小组展示)、解决复杂问题的能力(小组作业、案例分析、方案设计)和创新能力(课程论文),起到了良好的引导和督促作用,促成和检验了课程教学目标的达成。

4.3 一流建设的具体内容

课程一流建设可以概括为:一流基础、一流师资、一流资源、一流理念和一流成效(见表 6)。

表 6 课程一流建设的工作重点

五个一流	具体说明
一流基础	课程建设历史长、积累多,在国内具有较高地位和影响
一流师资	带头人和教学团队在国内具有较高的地位和影响,整体处于一流水平
一流资源	精品课程、网络资源、互动条件等教学资源丰富,建设水平一流
一流理念	教学改革和建设理念先进:符合“两性一度”要求,体现学生中心、产出导向、持续改进;实施研究型教学、参与式教学、目标导向考核
一流成效	取得一流教学成效:学生水平高、能力强;课程改革经验系统,具有示范意义

一流基础:山东大学的物理化学教学迄今已有 90 余年的历史,刘遵宪、张怀朴、印永嘉先后担任课程主讲。1965 年,印永嘉编著的《物理化学简明教程》出版,成为国内最早自主编写的物理化学教材之一,迄今已修订四版,发行量超百万,年印数超三万,曾获国家优秀教材二等奖(1987),入选国家“十一五”(2006)、“十二五”规划教材(2012)和普通高等教育精品教材(2008);入选省级精品课程(2012)。课程主讲教师印永嘉、张树永先后入选教育部教材编审委员会和教学指导委员会委员,参与起草专业标准、专业规范和专业教学质量国家标准,编制《化学类专业物理化学教学内容与教学要求的建议》^[16]等指导性文件,为物理化学建设一流课程奠定了坚实基础。

一流师资:课程负责人张树永承担国家级和省级教研项目 14 项,担任物理化学教学研究会召集人,牵头起草物理化学教学建议^[16],参与中国高等教育学会重点攻关项目,参与起草专业教学质量

国家标准, 牵头制订教育部专业认证标准, 发表教学研究论文 62 篇, 主持“物理化学”省级精品课程, 荣获国家级教学成果二等奖 1 项, 省级教学成果一等奖 2 项。物理化学教学团队共有 20 人, 其中参与化学基地教学的 5 人, 全部具有教授职称, 其中 4 人为博士生导师, 教学研究和教学建设成效显著。

一流理念: 在课程与教学改革方面, 从 2004 年开始推进研究型教学^[17], 逐步建立“学生中心”“产出导向”教学模式。16 年来, 教学团队按照表 5 所列举措对课程教学进行了系统设计、综合改革, 显著提升了课程的挑战度, 实现了课程学习的高阶性和创新性^[18,19]。在课程内容与资源建设及应用方面, 在满足国家规定的教学内容的基础上, 采用多种途径拓展教学内容, 实现教学与科研的有效衔接^[20]。《物理化学简明教程》先后修订 4 版, 不断引入学科和教学新进展; 2003 年启动课程网站和网络资源建设, 2004 年启动双语课程建设, 2012 年 4 月在“山东大学课程中心”建设课程网站并对外开放, 每年对网站内容进行更新。截止 2020 年 7 月, 该网站登录人次超过 156 万, 在支撑学生自主学习、翻转教学、课程论文改革的同时, 还对国内物理化学教学改革和课程建设起到了良好的示范带动作用。在课程教学内容组织实施方面, 按照“高于《国标》、不断更新、严格精选、突出应用、强化自主学习和创新思维培养”的要求设计和组织教学, 通过引入基本原理的前沿应用案例并组织学生自主学习和团队讨论, 发展学生的知识拓展能力和应用意识, 提高其分析和解决复杂问题的能力; 采用“听故事学物化”微课方式, 以系列化知识为载体, 使学生通过学习和思考科学发展过程感悟科学真谛, 提升科研素养和批判思维能力; 通过安排小组作业、小组展示, 实施问题导向和基于案例的教学, 培养学生解决复杂性、挑战性问题的能力; 通过课程论文引导和督促学生增强发现问题的敏锐性、思考问题的系统性, 突出创新性考核, 引导创新能力培养^[18]。

一流成效: 山东大学物理化学课程教学改革系统深入、持续时间长、成效显著, 形成了一系列成功经验。先后在《中国大学教学》《大学化学》等期刊发表论文十余篇^[4-6,13,16-20], 受邀在全国和省区教学会议上做课程改革和建设报告 47 场。学生撰写的课程论文已有 16 篇正式发表, 体现出良好的提出问题、分析问题、解决问题的能力 and 批判精神、创新意识^[18]。化学基地班学生的学习能力、创新能力和可持续发展能力强, 课程教学目标的达成度均接近或者超过 80%, 深造率保持在 85% 以上。学生对教学改革给予了充分肯定和高度评价, 学生的综合素质得到兄弟院校的普遍好评。山东大学物理化学教学改革和建设达到国内一流水平, 形成了开设历史长、建设基础好; 师资水平高、发挥引领作用; 改革成果系统, 示范效果好等特色 and 优势。

5 结语

一流课程建设是一流专业、一流本科建设的基础和前提。一流课程具有定位准确、目标清晰、基础良好、理念先进、建设一流、效果显著、示范引领的显著特征。在一流课程建设中必须避免单纯技术的观点和简单化思维, 全面贯彻“以学生为中心”的理念, 以“目标导向”“问题导向”理念进行系统设计与建设, 注重“产出导向”的效果评价, 必须从一流基础、一流师资、一流资源、一流理念、一流成效等方面全面实施一流建设。

参 考 文 献

- [1] 李志峰, 欧阳丹. 大学周刊(B 版), 2019, No. 6, 17.
- [2] 吴岩. 中国大学教学, 2018, No. 12, 4.
- [3] Anderson, L. W. 布鲁姆教育目标分类学(修订版)——分类学视野下的学与教及其测评. 蒋小平, 张琴美, 罗晶晶, 译. 北京: 外语教学与研究出版社, 2009.
- [4] 张树永. 中国大学教学, 2015, No. 3, 55.
- [5] 张树永, 王玉枝, 朱亚先. 中国大学教学, 2017, No. 4, 51.

- [6] 张树永, 朱亚先. 中国大学教学, **2018**, No. 3, 55.
- [7] 张清, 李璐. 高等教育研究学报, **2019**, 42 (4), 95.
- [8] 吴兴泉, 陈士华, 刘素华. 教育现代化, **2019**, 72, 104.
- [9] 王秀云, 宿艳, 张永策, 潘玉珍. 大学化学, **2021**, 36 (1), 2001032.
- [10] 周德志, 何名芳, 曹小华, 徐常龙, 钟婵娟, 王萍萍. 大学化学, **2021**, 36 (1), 2003033.
- [11] 盛骞莹, 张文清, 王燕, 赵怡, 刘海燕, 钱俊红, 张波, 王氢, 胡坪. 大学化学, **2021**, 36 (1), 2002027.
- [12] 胡涛, 鲍浩波, 孟长功, 赵珺, 于永鲜, 王慧龙, 陶胜洋, 刘淑芹. 大学化学, **2018**, 33 (11), 1.
- [13] 张树永, 刁国旺, 侯文华. 大学化学, **2019**, 34 (11), 74.
- [14] 蔡基刚. 东北师大学报(哲学社会科学版), **2020**, No. 3, 7.
- [15] 江小平, 胡艳丽, 谢维浩. 高等教育研究学报, **2019**, 42 (4), 90.
- [16] 张树永, 侯文华, 刁国旺. 大学化学, **2017**, 32 (2), 9.
- [17] 张树永, 李英, 苑世领, 郝京诚. 大学化学, **2013**, 28 (2), 11.
- [18] 张树永. 化学教育, **2017**, 38 (10), 10.
- [19] 张树永. 大学化学, **2019**, 34 (11), 4.
- [20] 张树永, 刁国旺, 侯文华. 大学化学, **2019**, 34 (11), 74.